

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 8 月 2 2 日
Date of Application:

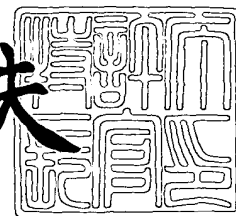
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 2 4 1 4 5 4
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 2 4 1 4 5 4]

出 願 人 東京エレクトロン株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 8 月 1 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 6 1 9 1 6

【書類名】 特許願

【整理番号】 TYL02011

【提出日】 平成14年 8月22日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 H01L 21/3065
G05B 23/02

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 T B S 放送センター
東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 田中 秀樹

【特許出願人】

【識別番号】 000219967

【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100095957

【弁理士】

【氏名又は名称】 亀谷 美明

【電話番号】 03-5919-3808

【選任した代理人】

【識別番号】 100096389

【弁理士】

【氏名又は名称】 金本 哲男

【電話番号】 03-3226-6631

【選任した代理人】

【識別番号】 100101557

【弁理士】

【氏名又は名称】 萩原 康司

【電話番号】 03-3226-6631

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 040224

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 プラズマリーク監視方法，プラズマ処理装置およびプラズマ処理方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 高周波電力を印加して気密な処理装置内にプラズマを発生させることにより被処理体にプラズマ処理を施すプラズマ処理装置のプラズマリーク監視方法において、

前記プラズマ処理装置の状態に関連する装置状態パラメータのデータを測定し、測定したデータを監視することにより、前記プラズマ処理中のプラズマリークを検出することを特徴とするプラズマリーク監視方法。

【請求項 2】 高周波電力を印加して気密な処理装置内にプラズマを発生させることにより被処理体にプラズマ処理を施すプラズマ処理装置のプラズマリーク監視方法において、

前記プラズマからの所定の波長における発光強度よりなる光学的データ、前記プラズマに基づく基本波および高調波に関する電氣的データのいずれかを測定し、測定したデータを監視することにより、前記プラズマ処理中のプラズマリークを検出することを特徴とするプラズマリーク監視方法。

【請求項 3】 高周波電力を印加して気密な処理装置内にプラズマを発生させることにより被処理体にプラズマ処理を施すプラズマ処理装置のプラズマリーク監視方法において、

前記プラズマ処理装置の状態に関連する装置状態パラメータのデータ、前記プラズマからの所定の波長における発光強度よりなる光学的データ、前記プラズマに基づく基本波および高調波に関する電氣的データの少なくとも 2 種類のデータを測定し、測定したデータを監視することにより、前記プラズマ処理中のプラズマリークを検出することを特徴とするプラズマリーク監視方法。

【請求項 4】 前記プラズマリークの検出は、測定したデータに変動があった場合に、その変動に基づいてプラズマリークが発生したと判定することを特徴とする請求項 1～請求項 3 のいずれかに記載のプラズマリーク監視方法。

【請求項 5】 高周波電力を印加して気密な処理装置内にプラズマを発生さ

せることにより被処理体にプラズマ処理を施すプラズマ処理装置において、
前記プラズマ処理装置の状態に関連する装置状態パラメータのデータを測定する手段と、
検出したデータを監視することにより、前記プラズマ処理中のプラズマリークを検出する手段と、
を備えたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 6】 高周波電力を印加して気密な処理装置内にプラズマを発生させることにより被処理体にプラズマ処理を施すプラズマ処理装置において、
前記プラズマからの所定の波長における発光強度よりなる光学的データ、前記プラズマに基づく基本波および高調波に関する電氣的データのいずれかを測定する手段と、
測定したデータを監視することにより、前記プラズマ処理中のプラズマリークを検出する手段と、
を備えたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 7】 高周波電力を印加して気密な処理装置内にプラズマを発生させることにより被処理体にプラズマ処理を施すプラズマ処理装置において、
前記プラズマ処理装置の状態に関連する装置状態パラメータのデータ、前記プラズマからの所定の波長における発光強度よりなる光学的データ、前記プラズマに基づく基本波および高調波に関する電氣的データの少なくとも 2 種類のデータを測定する手段と、
測定したデータを監視することにより、前記プラズマ処理中のプラズマリークを検出する手段と、
を備えたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 8】 前記プラズマリークの検出は、測定したデータに変動があった場合に、その変動に基づいてプラズマリークが発生したと判定することを特徴とする請求項 5～請求項 7 のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項 9】 高周波電力を印加して気密な処理装置内にプラズマを発生させることにより被処理体にプラズマ処理を施すプラズマ処理方法において、
前記プラズマ処理を行う際に、前記プラズマ処理装置の状態に関連する装置状

態パラメータのデータを測定し、測定したデータを監視することにより、前記プラズマ処理中のプラズマリークを検出することを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項 1 0】 高周波電力を印加して気密な処理装置内にプラズマを発生させることにより被処理体にプラズマ処理を施すプラズマ処理方法において、

前記プラズマ処理を行う際に、前記プラズマからの所定の波長における発光強度よりなる光学的データ、前記プラズマに基づく基本波および高調波に関する電氣的データのいずれかを測定し、測定したデータを監視することにより、前記プラズマ処理中のプラズマリークを検出することを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項 1 1】 高周波電力を印加して気密な処理装置内にプラズマを発生させることにより被処理体にプラズマ処理を施すプラズマ処理方法において、

前記プラズマ処理を行う際に、前記プラズマ処理装置の状態に関連する装置状態パラメータのデータ、前記プラズマからの所定の波長における発光強度よりなる光学的データ、前記プラズマに基づく基本波および高調波に関する電氣的データの少なくとも 2 種類のデータを測定し、測定したデータを監視することにより、前記プラズマ処理中のプラズマリークを検出することを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項 1 2】 前記プラズマリークの検出は、測定したデータに変動があった場合に、その変動に基づいてプラズマリークが発生したと判定することを特徴とする請求項 9 ～請求項 1 1 のいずれかに記載のプラズマ処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明はプラズマリーク監視方法およびプラズマ処理装置にかかり、特にプラズマ処理中にプラズマリークが発生した場合に、迅速かつ確実に検知することが可能なプラズマリーク監視方法およびプラズマ処理装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

半導体製造工程においては、多種類の製造装置や検査装置が、様々な条件で用いられている。特に半導体装置の高集積化、高密度化に伴い、プラズマ処理装置

においては、処理容器内の処理ガスを比較的高圧にして、さらに印加する高周波電力を高くし、励起されるプラズマの密度を高密度化して処理を行う場合がある。

【0003】

このような高密度のプラズマによる処理を行う場合、例えば、被処理体の載置台を兼ねた下部電極周囲に設けられる排気リング等、プラズマ処理装置内の部品の取り付け具合が悪いと、プラズマが被処理体の上部に効率よく閉じ込められずに、例えば排気リングの下部など他の部分に漏れ出す、いわゆるプラズマリークを起こすことがある。プラズマリークが起こると、同一の処理条件で処理を行っても被処理体の処理が適切に行われず、半導体製造時の歩留まりを低下させるなどの問題が生ずる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、従来のプラズマ処理装置においては、プラズマリークを正確に検出できる手段がなく、被処理体の処理状態に異常があっても、その原因がプラズマリークであるか否かを特定することが困難であり、プラズマ処理装置の状態や、処理条件の調整が適切に行えない等の問題があった。

【0005】

本発明は、従来のプラズマリーク監視方法およびプラズマ処理装置が有する上記問題点に鑑みてなされたものであり、本発明の目的は、プラズマリークを正確かつ確実に検出することの可能な、新規かつ改良されたプラズマリーク監視方法、プラズマ処理装置およびプラズマ処理方法を提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明の第1の観点によれば、高周波電力を印加して気密な処理装置内にプラズマを発生させることにより被処理体にプラズマ処理を施すプラズマ処理装置のプラズマリーク監視方法において、前記プラズマ処理装置の状態に関連する装置状態パラメータのデータを測定し、測定したデータを監視することにより、前記プラズマ処理中のプラズマリークを検出することを特

徴とするプラズマリーク監視方法が提供される。

【0 0 0 7】

上記装置状態パラメータとしては例えば高周波電圧 V_{pp} 、電源側の内部抵抗と負荷側の抵抗を等しくさせるためのバリャブルコンデンサ C_1 、 C_2 のポジション、自動圧力制御装置（APC）の制御弁の角度などがある。これらの装置状態パラメータのデータは、プラズマリークが発生した場合には発生しない場合と比較して値が変動する（ずれを生じる）ことが、実験を重ねることにより判明した。従って、本発明では装置状態パラメータのデータのずれを利用してプラズマリークを検出することにより、迅速かつ確実にプラズマリークを検出することができる。

【0 0 0 8】

また、上記装置状態パラメータの代りに、プラズマからの所定の波長における発光強度よりなる光学的データ、あるいはプラズマに基づく基本波および高調波に関する電氣的データのいずれかを検出し、検出したデータを監視して、プラズマ処理中のプラズマリークを検出するようにしてもよい。上記光学的データ、上記電氣的データについてもプラズマリークが発生した場合には発生しない場合と比較して値が変動することが、実験を重ねることにより判明した。従って、本発明のように上記光学的データ、上記電氣的データのずれを利用してもプラズマリークを検出することにより、迅速かつ確実にプラズマリークを検出することができる。

【0 0 0 9】

また、上記装置状態パラメータのデータ、上記光学的データ、上記電氣的データのうちいずれか少なくとも 2 種類のデータを組み合わせてプラズマ処理中のプラズマリークを検出するようにしてもよい。プラズマリーク以外の異常でもデータの値に大きな変動が生ずる場合もあるので、2 種類以上のデータを組み合わせることで、より正確にプラズマリーク発生を判定することが可能である。

【0 0 1 0】

上記課題を解決するため、本発明の第 2 の観点によれば、処理容器内に処理ガスを導入するとともに処理容器内にある被処理体を設置する電極に高周波電力を

印加して処理ガスのプラズマを形成し、被処理体の処理面に対して所定のプラズマ処理を施すプラズマ処理装置において、プラズマ処理装置の状態に関連する装置状態パラメータのデータを測定する手段と、測定した装置状態パラメータによりプラズマ処理中のプラズマリーク発生を検出する手段とを備えるプラズマ処理装置が提供される。このようなプラズマ処理装置により上記監視方法が実現される。

【 0 0 1 1 】

また、上記装置状態パラメータの代りに、プラズマからの所定の波長における発光強度よりなる光学的データ、またはプラズマに基づく基本波および高調波に関する電気的データのいずれかを測定する手段と、それぞれのデータよりプラズマ処理中のプラズマリーク発生を検出する手段とを備えるようにしてもよい。

【 0 0 1 2 】

また、上記装置状態パラメータのデータ、上記光学的データ、上記電気的データのうち少なくとも 2 種類を測定する手段を有し、測定されたデータによりプラズマ処理中のプラズマリーク発生を検出する手段を備えるようにしてもよい。かかる構成によれば、プラズマリークの発生を確実に検出して、プラズマ処理の歩留まりを向上させることが可能となる。

【 0 0 1 3 】

上記課題を解決するため、本発明の第 3 の観点によれば、高周波電力を印加して気密な処理装置内にプラズマを発生させることにより被処理体にプラズマ処理を施すプラズマ処理方法において、前記プラズマ処理を行う際に、前記プラズマ処理装置の状態に関連する装置状態パラメータのデータを測定し、測定したデータを監視することにより、前記プラズマ処理中のプラズマリークを検出することを特徴とするプラズマ処理方法が提供される。これによれば、プラズマ処理の際に、プラズマリークの発生を検出することができるので、被処理体のプラズマ処理を適切に行うことができ、半導体製造時の歩留まりを低下させることができる。

【 0 0 1 4 】

また、プラズマ処理方法は、上記装置状態パラメータの代りに、プラズマから

の所定の波長における発光強度よりなる光学的データ、あるいはプラズマに基づく基本波および高調波に関する電気的データのいずれかを検出し、検出したデータを監視して、プラズマ処理中のプラズマリークを検出するようにしてもよい。これによっても、プラズマ処理の際にプラズマリークの発生を検出することができるので、被処理体のプラズマ処理を適切に行うことができる。

【0015】

また、上記装置状態パラメータのデータ、上記光学的データ、上記電気的データのうちいずれか少なくとも2種類のデータを組み合わせてプラズマ処理中のプラズマリークを検出するようにしてもよい。2種類以上のデータを組み合わせることで、より正確にプラズマリーク発生を判定することができるので、被処理体のプラズマ処理をより適切に行うことができる。

【0016】

上記プラズマリークの検出は、測定したデータに変動があった場合に、その変動に基づいてプラズマリークが発生したと判定するようにしてもよい。具体的には例えば上記データについて予め設定した所定の値を超える変動が生じた場合にプラズマリークが発生したと判定するようにしてもよい。

【0017】

【発明の実施の形態】

以下に添付図面を参照しながら、本発明にかかるプラズマリーク監視方法およびプラズマ処理装置の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

【0018】

図1は、本発明の1実施の形態にかかるプラズマ処理装置100として、平行平板型のプラズマエッチング装置の構成を示す概略断面図である。図1に示すように、プラズマ処理装置100は、アルミニウム製の処理室1と、処理室1内に配置された下部電極2を、絶縁材2Aを介して支持する昇降可能なアルミニウム製の支持体3と、支持体3の上方に配置されプロセスガスを供給しかつ上部電極を兼ねるシャワーヘッド（以下上部電極ともいう）4とを備えている。

【0019】

上部電極 4 と処理室 1 との間には絶縁体 4 C が介装され電氣的に絶縁されている。また、上部電極 4 には、整合器 5 A を介して第 1 高周波電源 5 が接続され、この第 1 高周波電源 5 から上部電極 4 に対して例えば 30 MHz 以上、好ましくは 60 MHz の第 1 高周波電力が供給される。この第 1 高周波電力 P は、高周波電源 5 と整合器 5 A 間に接続された電力計 5 B を介して測定する。

【0020】

処理室 1 は、上部が小径の上室 1 A として形成され、下部が大径の下室 1 B として形成されている。上室 1 A には、ウエハ W を搬出入するための出入口が形成され、この出入口にはゲートバルブ 6 が取り付けられている。また、下部電極 2 には、整合器 7 A を介して第 2 高周波電源 7 が接続され、この第 2 高周波電源 7 から下部電極 2 に対して 13.56 MHz の第 2 高周波電力 P を印加し、上部電極 4 との間で垂直方向の電界を形成する。この第 2 高周波電力 P は、第 2 高周波電源 7 と整合器 7 A 間に接続された電力計 7 B を介して測定する。

【0021】

また、上記整合器 5 A、7 A の電極 4、2 側には電気計測器（例えば V I プロブ）5 C、7 C が取り付けられ、この電気計測器 5 C、7 C を介して電極 4、2 に印加される各高周波電力 P により上室 1 A 内に発生するプラズマに基づく基本波および高調波の高周波電圧 V、高周波電流 I、インピーダンス Z を測定する。この高周波電圧 V、高周波電流 I は、高周波電力 P、インピーダンス Z と共に電氣的データとしてプラズマリーク発生を検出するために用いられる。これらの電氣的パラメータは、電気計測器 5 C、7 C の両方から検出してもよく、またいずれか一方から検出してもよい。

【0022】

さらに、上記整合器 5 A、7 A は、例えば 2 個の可変コンデンサ C 1、C 2、コンデンサ C およびコイル L を内蔵し、可変コンデンサ C 1、C 2 を介してインピーダンス整合をとっている。可変コンデンサ C 1、C 2 の検出値としては、具体的には電源側の内部抵抗（ケーブル側）と負荷側（処理室側）の抵抗を等しくさせるためのバリアブルコンデンサの位置の値（ポジション）を検出する。整合

状態での可変コンデンサ C 1, C 2 のポジション, 上記整合器 5 A, 7 A 内の測定器 (図示せず) により測定される高周波電圧 V_{pp} は, 後述する自動圧力制御装置 (APC; Auto Pressure Controller) の制御弁の開度 (APC 角度) などとともに, 以下装置状態パラメータと称するパラメータを構成する。この装置状態パラメータもプラズマリーク発生を検出するために用いられる。

【0023】

下部電極 2 の上面には, 静電チャック 8 が配置され, この静電チャック 8 の電極板 8 A には直流電源 9 が接続されている。従って, 高真空下で直流電源 9 から電極板 8 A に高電圧を印加することにより, 静電チャック 8 によってウエハ W を静電吸着する。下部電極 2 の外周にはフォーカスリング 10 が配置され, 上室 1 A 内で生成したプラズマをウエハ W に集める。またフォーカスリング 10 の下側には支持体 3 の上部に取り付けられた排気リング 11 が設置されている。排気リング 11 には複数の孔が全周にわたって周方向等間隔に形成され, これらの孔を介して上室 1 A 内のガスを下室 1 B へ排気する。

【0024】

支持体 3 はボールネジ機構 12 およびベローズ 13 を介して上室 1 A と下室 1 B 間で昇降可能になっている。従って, 下部電極 2 と, 上部電極 4 との間の電極間距離は, 所定の値に設定可能である。

【0025】

支持体 3 の内部には冷媒配管 14 に接続された冷媒流路 3 A が形成され, 冷媒配管 14 を介して冷媒流路 3 A 内で冷媒を循環させ, ウエハ W を所定の温度に調整する。さらに, 支持体 3, 絶縁材 2 A, 下部電極 2 および静電チャック 8 にはそれぞれガス流路 3 B が形成され, ガス導入機構 15 からガス配管 15 A を介して静電チャック 8 とウエハ W 間の細隙に He ガスを所定の圧力でバックサイドガスとして供給し, He ガスを介して静電チャック 8 とウエハ W との間の熱伝導性を高めている。なお, 排気リング 11 の下部には, ベローズカバー 16 が設けられている。

【0026】

シャワーヘッド4の上面には、ガス導入部4Aが形成され、ガス導入部4Aには配管17を介してプロセスガス供給系18が接続されている。プロセスガス供給系18は、Arガス供給源18A、COガス供給源18B、C₅F₈ガス供給源18C、およびO₂ガス供給源18Dを有している。これらのガス供給源18A、18B、18C、18Dは、バルブ18E、18F、18G、18Hおよびマスフローコントローラ18I、18J、18K、18Lを介してそれぞれのガスを所定の設定流量でシャワーヘッド4へ供給し、その内部で所定の配合比を持った混合ガスとして調整する。各ガス流量はそれぞれのマスフローコントローラ18I、18J、18K、18Lによって検出可能である。

【0027】

シャワーヘッド4の下面には複数の孔4Bが全面に亘って均等に配置され、これらの孔4Bを介してシャワーヘッド4から上室1A内へ混合ガスをプロセスガスとして供給する。また、下室1Bの下部の排気孔には排気管1Cが接続され、この排気管1Cに接続された真空ポンプ等からなる排気系19を介して処理室1内を排気して所定のガス圧を保持している。排気管1CにはAPCバルブ1Dが設けられ、処理室1内のガス圧に即して開度が自動的に調節される。この開度（以下APC角度という）は上述したように装置状態を示す装置状態パラメータを構成し、制御できないパラメータである。本実施形態では、装置状態パラメータを上述のAPC角度などの複数の装置状態データで構成しているが、これらの装置状態パラメータのうち少なくとも1種類の装置状態データで構成してもよい。

【0028】

また、上室1Aの側壁には、処理室1内の発光を検出するための検出窓28が設けられ、そのすぐ外側には処理室1内のプラズマ発光を検出する分光器（以下光学計測器と称す）20が設けられている。この光学計測器20によって得られる特定波長に関する光学的データに基づいてプラズマ状態を監視し、プラズマ処理の終点を検出している。この光学的データも、プラズマリーク検出に用いられる。

【0029】

図2は、プラズマ処理装置100のプラズマリーク検出手段200の1例を示

すブロック図である。図2に示すように、上記プラズマ処理装置100は、プラズマリーク検出手段200を備えている。プラズマリーク検出手段200は、例えば、上記電氣的データを計測する電氣計測器7C、光學的データを計測する光学計測器20および装置状態パラメータを計測するパラメータ計測器21からの信号を間欠的にサンプリングする電氣的信号サンプリング手段202、光學的信号サンプリング手段203およびパラメータ信号サンプリング手段204と、上記サンプリングされた各データを用いて、プラズマリーク発生の有無を判定するプラズマリーク判定手段206とを備えている。

【0030】

またプラズマリーク検出手段200には、警報器23および表示装置24がそれぞれ接続されている。警報器23および表示装置24は、プラズマリーク判定手段206がプラズマリーク発生を確認するとその異常を報知する。

【0031】

次に、上記装置状態パラメータから、プラズマリーク発生を検知する例について説明する。図3、図4は、装置状態パラメータの測定例を示す図である。図3(a)は装置状態パラメータの1つである高周波電圧 V_{pp} 、図3(b)は可変コンデンサC2の値を示すC2位置、図4(a)はAPC角度、図4(b)は可変コンデンサC1の値を示すC1位置を、横軸に処理時間をとって、ウエハ番号1から25までの25枚の処理時の値を重ねて表した。このときのエッチング処理条件は、処理容器1内の圧力が25mT、印加した高周波電力は、上部電極4側に3300W、下部電極2側に3800W、処理ガスの流量は、 $C_5F_8/Ar/O_2=29/750/47\text{ sccm}$ 、上部電極4および処理容器1側壁の温度が60℃、下部電極2が20℃である。このエッチング処理条件によりエッチングを行ったところ、24枚目のウエハの処理時にプラズマリークが発生した。そこで、以下に各パラメータの値を検討する。

【0032】

図3、図4においては、24番のウエハの処理時に、高周波電圧 V_{pp} 、C2位置、APC角度では、他の24枚のウエハ処理時の値よりも明らかに高い値、C1位置は、明らかに低い値となっている。従って、装置状態パラメータを構成

する各装置状態データである高周波電圧 V_{pp} 、コンデンサ C_1 、 C_2 のポジション、APC 角度を測定し、他のウエハ処理時に比べて明らかに異なる値を示した場合、プラズマリークが発生したと判断できることがわかる。

【0033】

具体的には、例えば、各測定値の標準偏差を σ として $\pm 2\sigma$ を超える変動があった場合にプラズマリーク発生と判断するように予めプラズマリーク判定手段 206 にプログラムし、表示装置 24 および警報 23 により報知させることができる。この判定は、高周波電圧 V_{pp} 、コンデンサ C_1 、 C_2 のポジション、APC 角度のいずれかの測定値について上記所定の範囲を超えた場合に異常と判定されてもよいし、例えばいずれか少なくとも 2 つ、あるいはそれ以上の値が上記所定の範囲を超えた場合に異常と判定されるようにしてもよい。

【0034】

次に光学的データから、プラズマリーク発生を検知する例について説明する。図 5 は、光学的データの測定例を示す図である。図 5 (a) は波長 226 nm、図 5 (b) は波長 260 nm、図 5 (c) は波長 440 nm において、処理容器内に生成されたプラズマからの発光強度を測定したものである。横軸はウエハの番号を表す。このときのエッチング処理条件は、処理容器 1 内の圧力が 25 mT、印加した高周波電力は、上部電極 4 側に 3300 W、下部電極 2 側に 3800 W、処理ガスの流量は、 $C_5F_8/Ar/O_2 = 29/750/47$ sccm、上部電極 4 および処理容器 1 側壁の温度が 60℃、下部電極 2 が 20℃である。このエッチング処理条件によりエッチングを行ったところ、24 枚目のウエハの処理時にプラズマリークが発生した。そこで、以下に各パラメータの値を検討する。

【0035】

図 5 においては、24 番のウエハの処理時に、各波長とも、他の 24 枚のウエハ処理時の値よりも明らかに低い値となっている。従って、光学的データを測定し、他のウエハ処理時に比べて明らかに異なる値を示した場合、プラズマリークが発生したと判断できることがわかる。

【0036】

具体的には、例えば、各測定値の標準偏差を σ として $\pm 2 \sigma$ を超える変動があった場合にプラズマリーク発生と判断するように予めプラズマリーク判定手段 2 0 6 にプログラムし、表示装置 2 4 および警報 2 3 により報知させることができる。この判定は、各波長のいずれかの測定値について上記所定の範囲を超えた場合に異常と判定されてもよいし、例えばいずれか少なくとも 2 つ、あるいはそれ以上の値が上記所定の範囲を超えた場合に異常と判定されるようにしてもよい。なお、図 6 は各波長における 2 3 番のウエハの光学的データと 2 4 番のウエハの光学的データとを比較する図で、縦軸に発光強度、横軸に波長を表す。図 6 によれば、各波長とも 2 3 番のウエハと 2 4 番のウエハとの間で発光強度のずれが生じていることがわかる。特に波長 2 0 0 nm ~ 7 0 0 nm あたりでは発光強度のずれが顕著に表れている。

【0 0 3 7】

次に電氣的データから、プラズマリーク発生を検知する例について説明する。図 7 は、光学的データの測定例を示す図である。図 7 (a) は、電圧 V 、図 7 (b) は電流 I 、図 7 (c) は位相 P 、図 7 (d) はインピーダンス Z をそれぞれ 2 MHz の高調波成分について測定したものである。横軸は、ウエハの番号を表す。このときのエッチング処理条件は、処理容器 1 内の圧力が 2 5 mT、印加した高周波電力は、上部電極 4 側に 3 3 0 0 W、下部電極 2 側に 3 8 0 0 W、処理ガスの流量は、 $C_5F_8 / Ar / O_2 = 2.9 / 750 / 47$ sccm、上部電極 4 および処理容器 1 側壁の温度が 6 0 °C、下部電極 2 が 2 0 °C である。このエッチング処理条件によりエッチングを行ったところ、2 4 枚目のウエハの処理時にプラズマリークが発生した。そこで、以下に各パラメータの値を検討する。

【0 0 3 8】

図 7 においては、2 4 番のウエハの処理時に、電圧 V 、インピーダンス Z は、他の 2 4 枚のウエハの処理時よりも明らかに高い値、電流 I 、位相 P は、明らかに低い値となっている。従って、電氣的データを測定し、他のウエハ処理時に比べて明らかに異なる値を示した場合、プラズマリークが発生したと判断できることがわかる。

【0 0 3 9】

電氣的データについては、全高調波成分について、プラズマリーク発生時のデータの変動方向は、表1のようになることが分かっている。

【0040】

【表1】

	2 MHz	4 MHz	6 MHz	8 MHz	10 MHz	12 MHz	14 MHz	20 MHz	40 MHz
電 圧 V	上昇	上昇	上昇		上昇	上昇	上昇	上昇	下降
電 流 I	下降		下降	上昇	上昇	上昇	上昇	下降	下降
位 相 P	下降		下降	上昇	下降	下降	上昇	上昇	上昇
インピー ダンスZ	上昇	上昇	上昇	下降	下降	下降	下降	上昇	上昇

【0041】

よって、具体的には、例えば、各測定値の標準偏差を σ として $\pm 2\sigma$ を超える変動が、各データの上記傾向の方向に生じた場合にプラズマリーク発生と判断するように予めプラズマリーク判定手段206にプログラムし、表示装置24および警報23により報知させることができる。この判定は、電圧V、電流I、位相P、インピーダンスZのいずれかの測定値について上記所定の範囲を超えた場合に異常と判定されてもよいし、例えばいずれか少なくとも2つ、あるいはそれ以上の値が上記所定の範囲を超えた場合に異常と判定されるようにしてもよい。

【0042】

次に、上記装置状態パラメータ、光学的データ、電氣的データのうちから少なくとも2種類の測定結果を組み合わせ、プラズマリーク発生を判断する場合の例を説明する。図8は、データの組み合わせによるプラズマリーク判断方法を示す図である。図8(a)は、装置状態パラメータの1つであるコンデンサC2のポジション、図8(b)は、光学的データのうちの260nmにおける発光強度を、それぞれウエハ番号を横軸にとって表したものである。

【0043】

図8(a)に示すように、コンデンサC2のポジションにおいては、ウエハ番号25付近、35付近、100付近に、測定値の大きな変動が見られる。発光強度の方も、ウエハ番号25付近、35付近、100付近に変動が見られるが、100付近の変動は他に比べて明らかに小さく、この場合、プラズマリークとは判定されない。なおこのとき、印加した高周波電力に変動があったことが別のデータから判明した。このように1種類のデータではプラズマリーク以外の異常でも測定値に大きな変動が生ずる場合があるので、2種類以上のデータを組み合わせることで、より正確にプラズマリーク発生を判定することが可能である。

【0044】

具体的には、例えば、各測定値の標準偏差を σ として $\pm 2\sigma$ を超える変動があった場合にプラズマリーク発生と判断するように予めプラズマリーク判定手段206にプログラムし、表示装置24および警報23により報知させることができる。特に、装置状態パラメータ、光学的データ、電氣的データのうちから少なくとも2種類のデータを測定して判定に用いることで、他の要因による測定値の変動をプラズマリークと判定する危険性を排除し、正確にプラズマリークを検出することができる。

【0045】

以上、添付図面を参照しながら本発明にかかるプラズマリーク監視方法およびプラズマ処理装置の好適な実施形態について説明したが、本発明はかかる例に限定されない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

【0046】

例えば、本実施の形態におけるプラズマ処理装置としては、平行平板型のプラズマエッチング装置に限られず、処理室内にプラズマを発生させるヘリコン波プラズマエッチング装置、誘導結合型プラズマエッチング装置等に適用してもよい。また、ダイポールリング磁石を用いてプラズマを発生させるエッチング装置に適用してよい。さらに、下部電極のみに高周波電力を印加するプラズマエッチン

グ装置に適用してもよい。

【0 0 4 7】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、装置状態パラメータ、光学的データ、電氣的データを監視し、これらのデータがプラズマリークが発生したときに変動することを利用してプラズマリークの発生を正確に判定することができ、プラズマ処理装置における処理を安定して行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施の形態にかかるプラズマ処理装置を示す概略断面図である。

【図 2】

本実施形態におけるプラズマリーク判定手段の 1 例を示すブロック図である。

【図 3】

本実施形態における装置状態パラメータの測定例を示す図である。

【図 4】

本実施形態における装置状態パラメータの測定例を示す図である。

【図 5】

本実施形態における光学的データの測定例を示す図である。

【図 6】

本実施形態における光学的データの各波長の測定結果をまとめた図である。

【図 7】

本実施形態における電氣的データの測定例を示す図である。

【図 8】

本実施形態におけるデータの組み合わせによるプラズマリーク判断方法を示す図である。

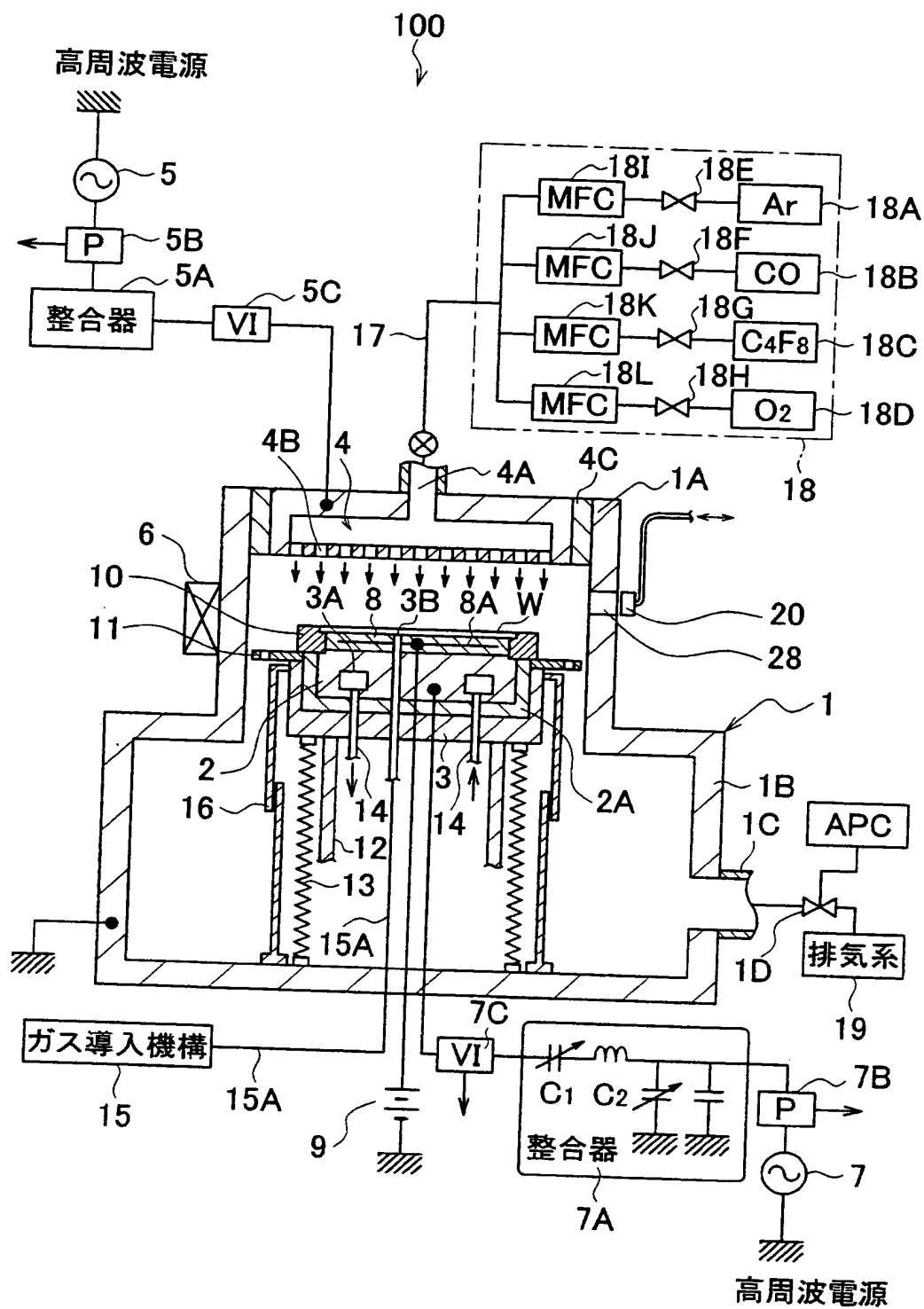
【符号の説明】

- 1 処理室
- 2 下部電極
- 3 支持体

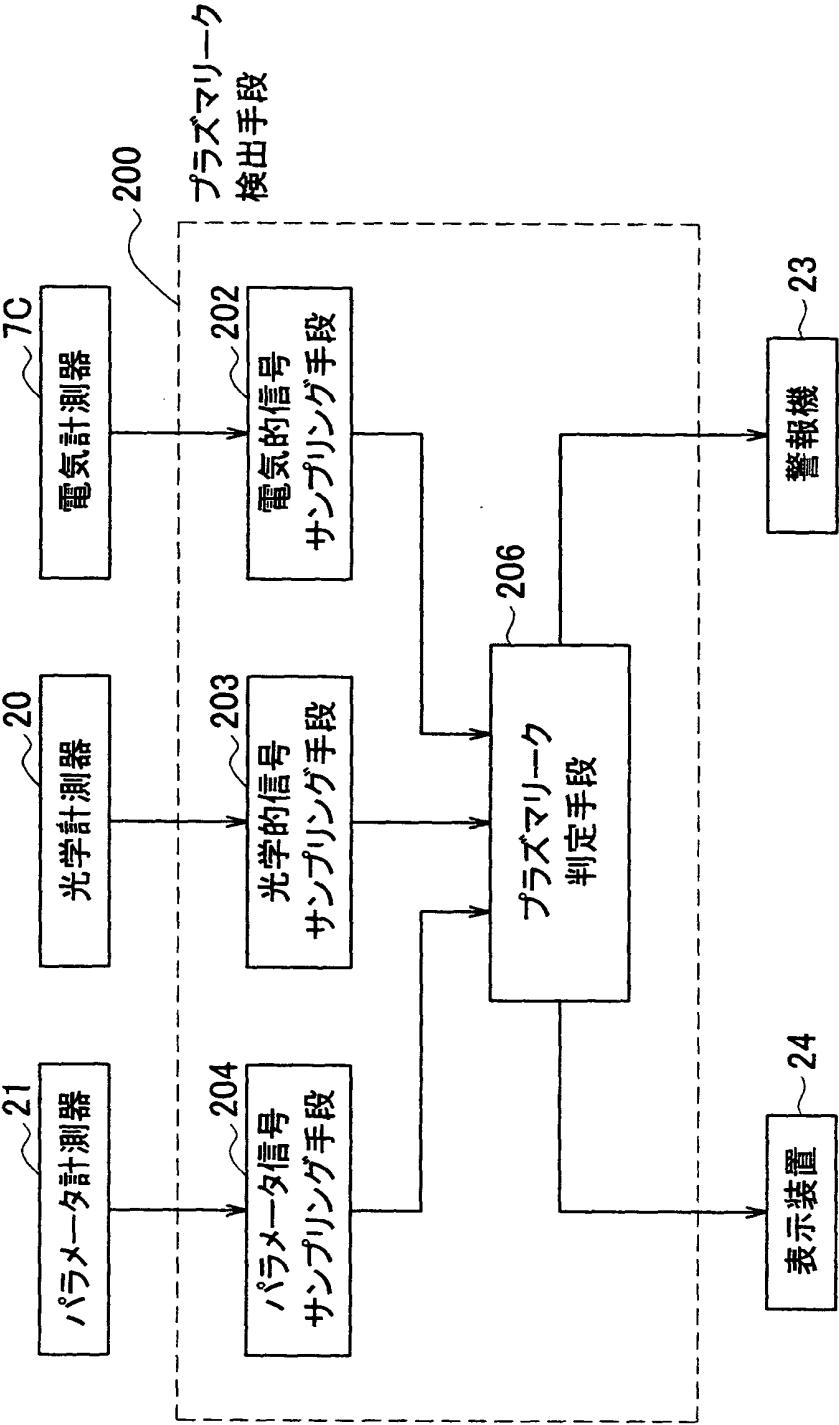
- 4 シャワーヘッド（上部電極）
- 5 第 1 高周波電源
- 6 ゲートバルブ
- 7 第 2 高周波電源
- 8 静電チャック
- 9 直流電源
- 1 0 フォーカスリング
- 1 1 排気リング
- 1 2 ボールネジ機構
- 1 3 ベローズ
- 1 4 冷媒配管
- 1 5 ガス導入機構
- 1 6 ベローズカバー
- 1 7 配管
- 1 8 ガス供給系
- 1 9 排気系
- 2 0 光学計測器
- 2 8 検出窓
- 1 0 0 プラズマ処理装置
- 2 0 0 プラズマリーク検出手段
- 2 0 2 電氣的信号サンプリング手段
- 2 0 3 光学的信号サンプリング手段
- 2 0 4 パラメータ信号サンプリング手段
- 2 0 6 プラズマリーク判定手段

【書類名】 図面

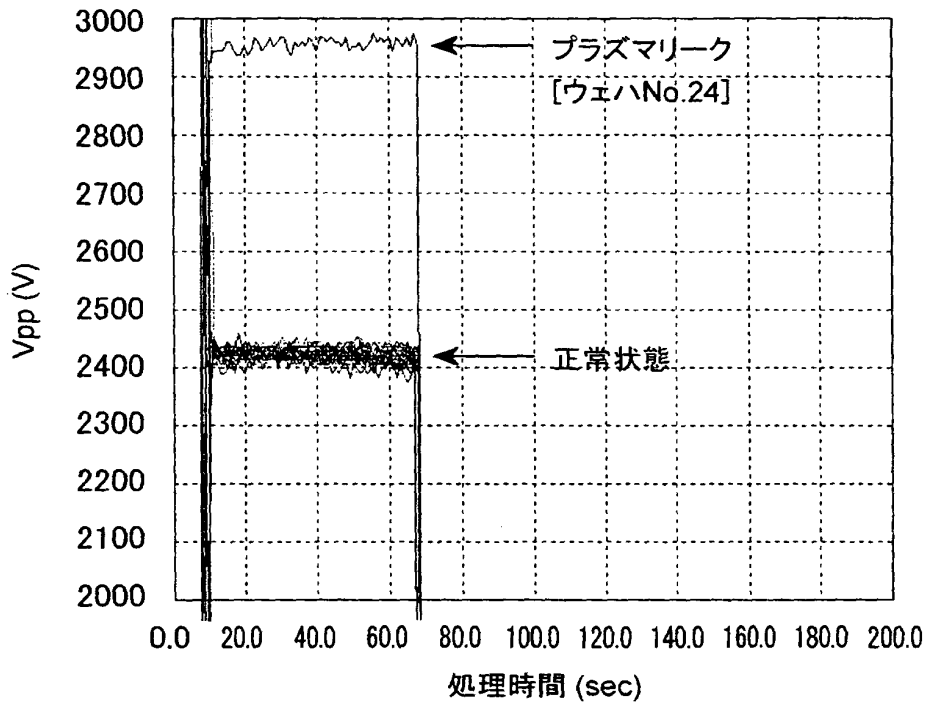
【図 1】



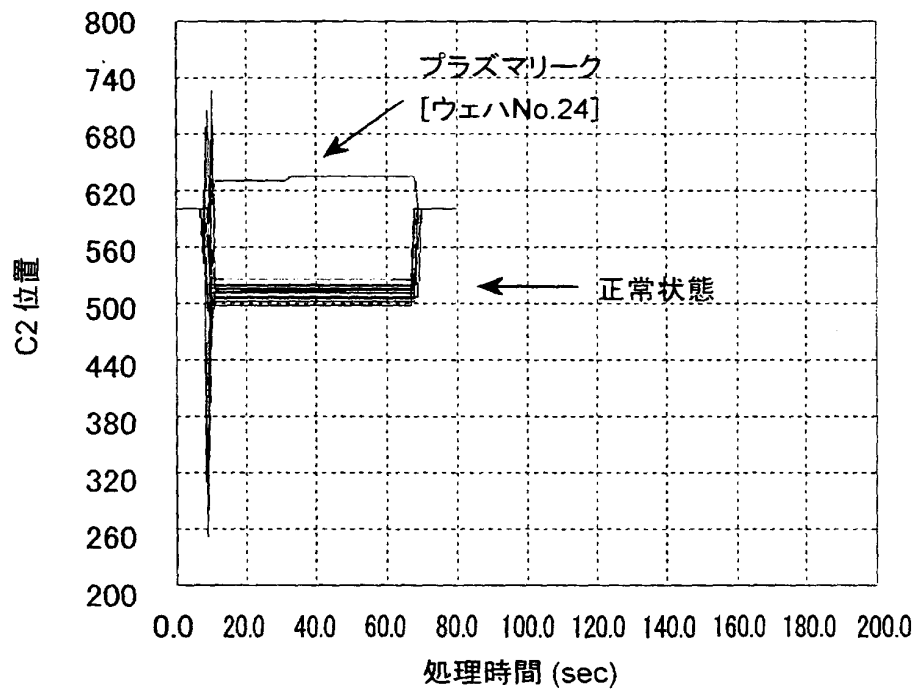
【図 2】



【図 3】

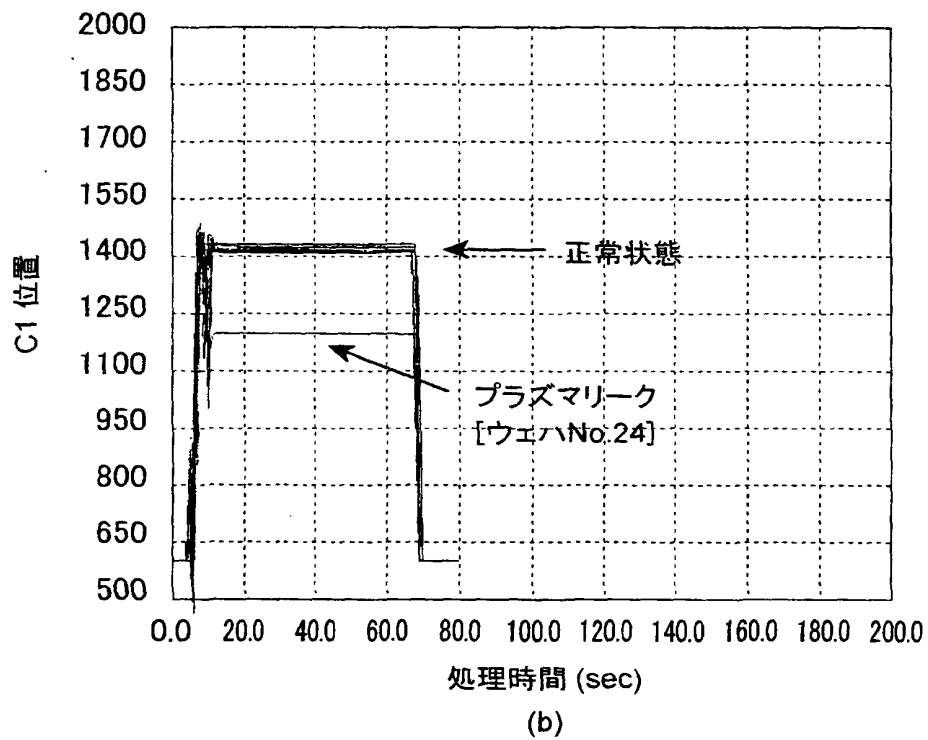
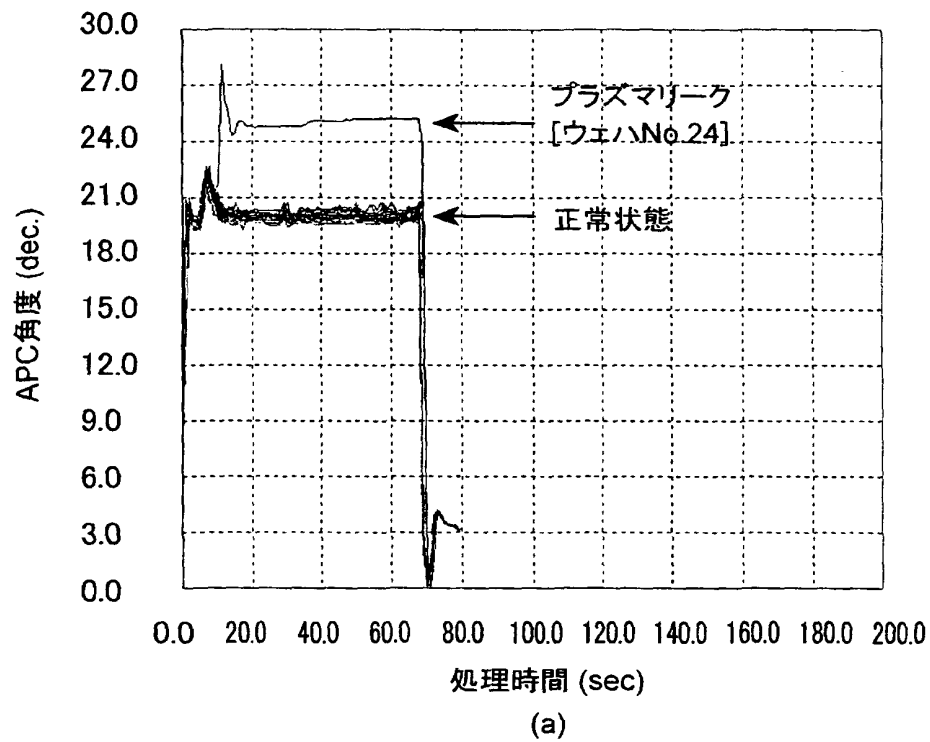


(a)

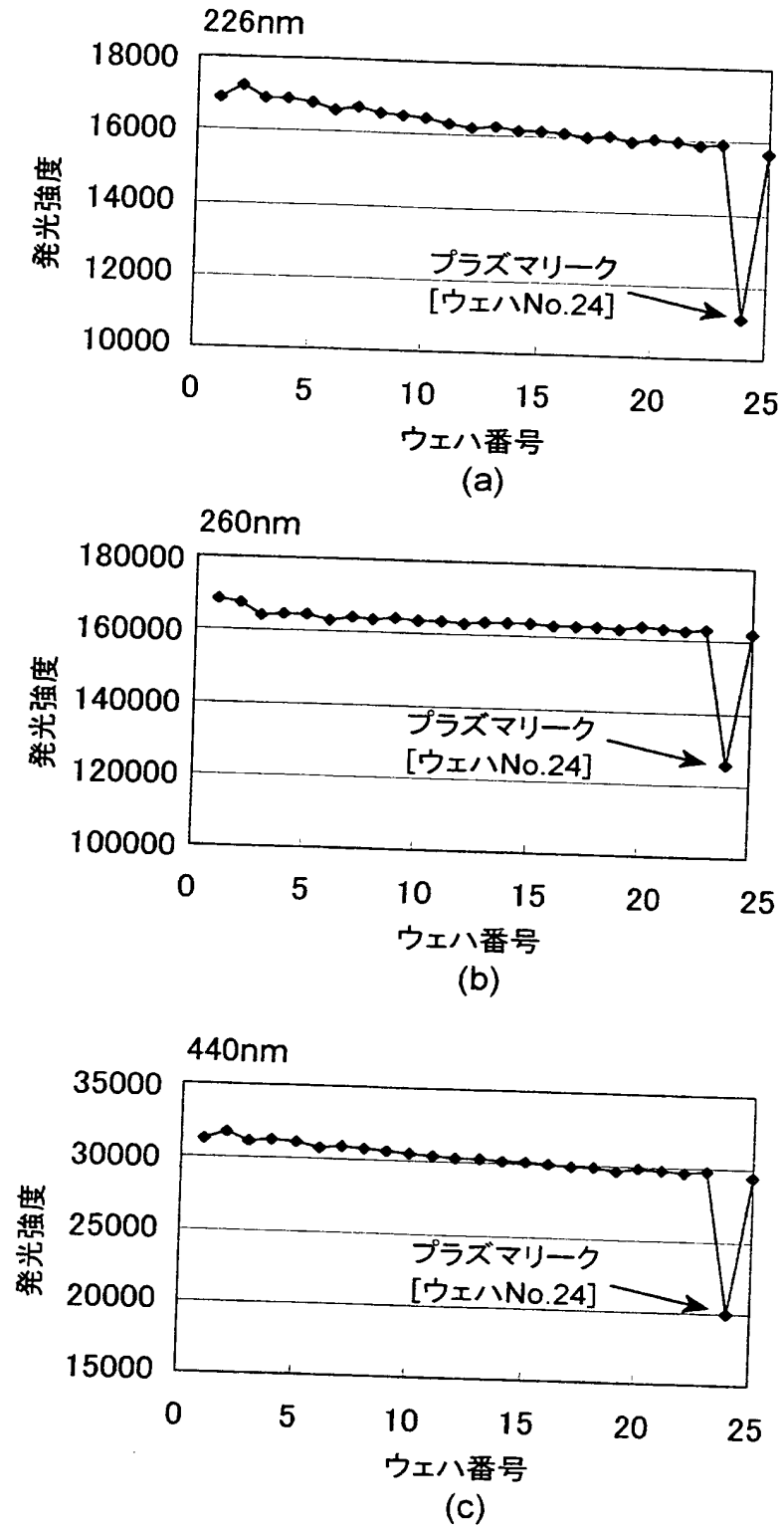


(b)

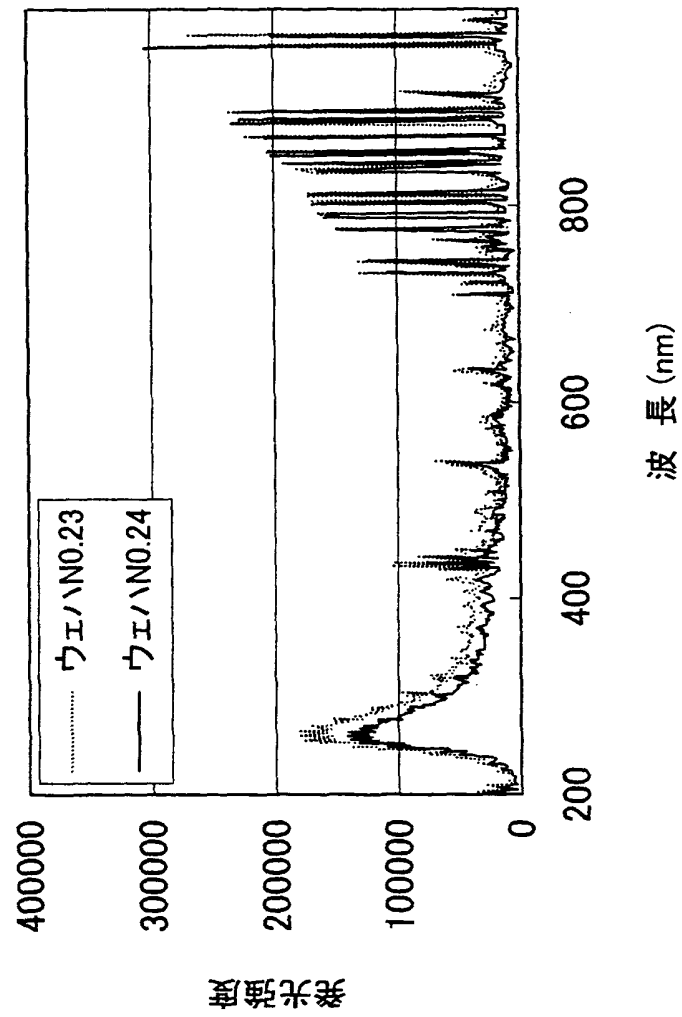
【図 4】



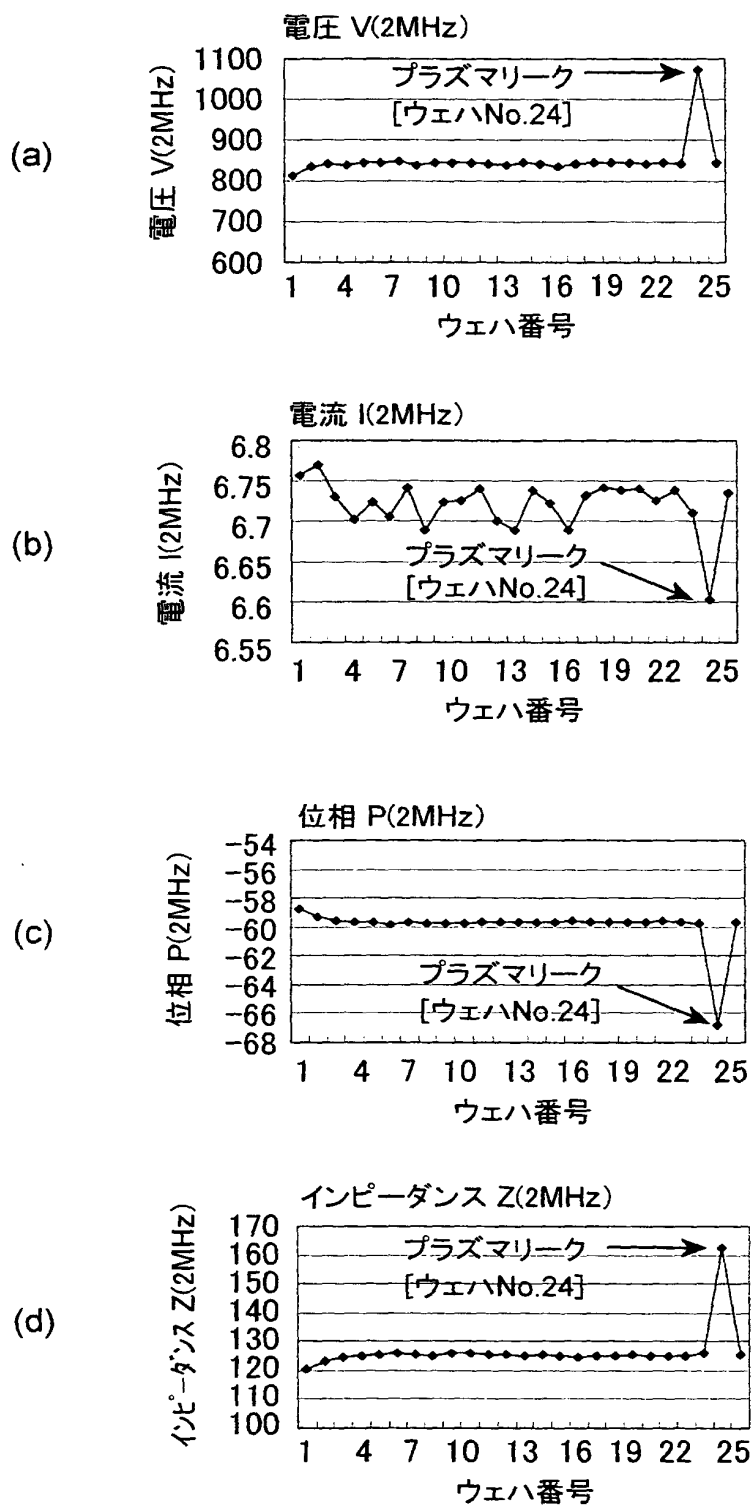
【図 5】



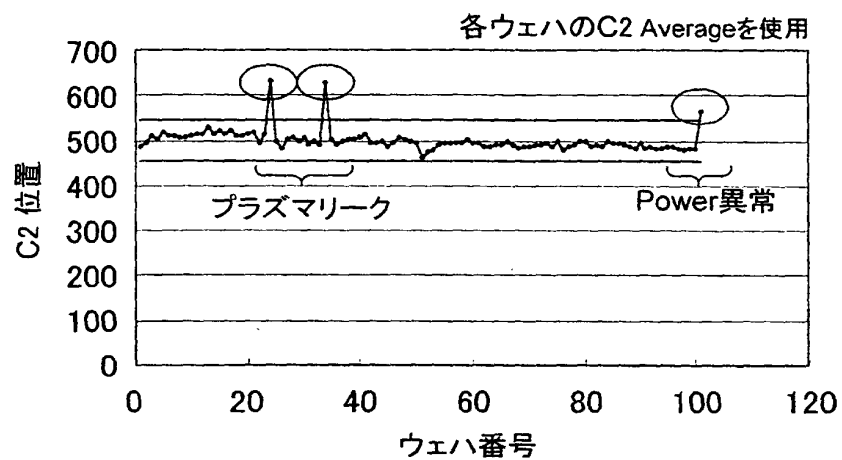
【図 6】



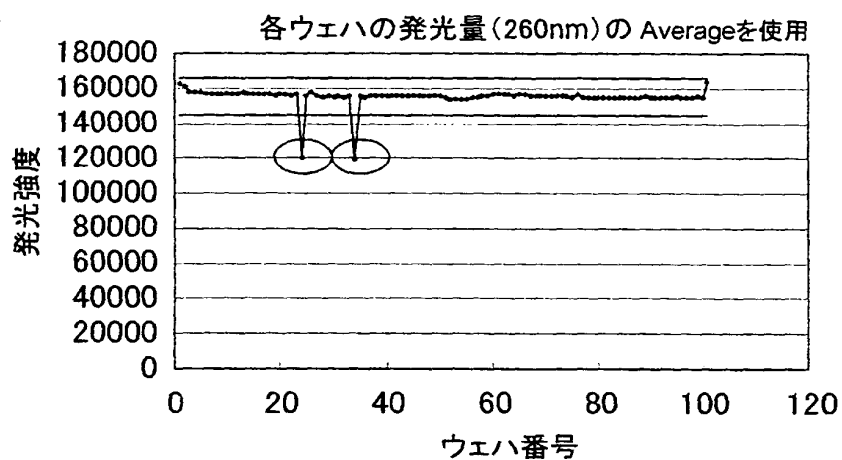
【図 7】



【図 8】



(a)



(b)

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 プラズマ処理の際にプラズマリーク発生を正確かつ迅速に検出する。

【解決手段】 処理容器 1 内に処理ガスを導入するとともに処理容器 1 内にある被処理体を設置する電極に高周波電力を印加して処理ガスのプラズマを形成し、被処理体の処理面に対して所定のプラズマ処理を施すプラズマ処理装置 1 0 0 において、プラズマ処理装置 1 0 0 の状態に関連する装置状態パラメータのデータをパラメータ計測器 2 1 で測定し、光学的データを光学計測器 2 0 で測定し、電氣的データを電気計測器 7 C で測定し、プラズマリーク判定手段 2 0 6 により上記データに変動が生じた場合に、その変動に基づいてプラズマリークが発生したと判定する。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 2 - 2 4 1 4 5 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 2 1 9 9 6 7]

1. 変更年月日

1 9 9 4 年 9 月 5 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区赤坂 5 丁目 3 番 6 号

氏 名

東京エレクトロン株式会社

2. 変更年月日

2 0 0 3 年 4 月 2 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号

氏 名

東京エレクトロン株式会社